

การเปรียบเทียบเวลาคอยระหว่างนโยบายการให้บริการที่แตกต่างกันสองนโยบาย
ของระบบคิวแบบป้อนกลับที่มีหน่วยให้บริการสองหน่วย

นางสาววาสนา จันทร์เชย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON OF WAITING TIME BETWEEN TWO DIFFERENT QUEUE DISCIPLINES
OF A FEEDBACK QUEUE WITH TWO SERVERS

Miss Wasana Gunchoiy

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Statistics

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

491163

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบเวลาคอยระหว่างนโยบายการให้บริการที่
แตกต่างกันสองนโยบายของระบบคิวแบบป้อนกลับที่มีหน่วย
ให้บริการสองหน่วย

โดย

นางสาววาสนา จันทร์เชย

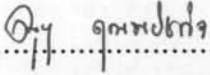
สาขาวิชา

สถิติ

อาจารย์ที่ปรึกษา


อาจารย์ ดร.เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์

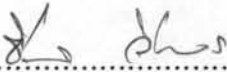
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

 คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
(รองศาสตราจารย์ ดร. คุณา คุณพนิชกิจ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุตพล คุงศ์วัฒนา)

 อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์)

 กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระพร วีระถาวร)

วาสนา จันทร์ไชย : การเปรียบเทียบเวลาคอยระหว่างนโยบายการให้บริการที่แตกต่างกันสองนโยบายของระบบคิวแบบป้อนกลับที่มีหน่วยให้บริการสองหน่วย. (A COMPARISON OF WAITING TIME BETWEEN TWO DIFFERENT QUEUE DISCIPLINES OF A FEEDBACK QUEUE WITH TWO SERVERS) อ. ที่ปรึกษา : อ. ดร.เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์, 70 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการสองหน่วย เมื่อลูกค้าที่เข้ามารับบริการยังหน่วยให้บริการหน่วยหนึ่งแล้วมีความต้องการในการเข้ารับบริการยังอีกหน่วยหนึ่งด้วย (Feedback queue) โดยจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการให้บริการของสองนโยบาย ได้แก่ นโยบายการให้บริการแบบไม่กำหนดความสำคัญในการให้บริการก่อน กล่าวคือ เข้ารับบริการตามลำดับก่อนหลัง (first-in-first-out :FIFO) และนโยบายการให้บริการแบบกำหนดความสำคัญในการให้บริการก่อน (priority) โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการให้บริการ ได้แก่ เวลาคอยโดยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าที่เข้ามารับบริการแต่ละคน กำหนดให้การเข้ามารับบริการของลูกค้าของทั้งสองหน่วยบริการเป็นกระบวนการปัวส์ซองที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent Poisson Process) ซึ่งอัตราการเข้ามารับบริการโดยเฉลี่ยของลูกค้าในแต่ละหน่วยบริการ (λ_j) เท่ากับหนึ่ง และเวลาการให้บริการในหน่วยให้บริการเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และเป็นอิสระต่อกัน สถานการณ์ที่ศึกษากำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนสูงสุดในการกลับเข้ารับบริการซ้ำยังอีกหน่วยหนึ่ง สัดส่วนของลูกค้าที่มีการป้อนกลับ และอัตราการให้บริการโดยเฉลี่ยของหน่วยให้บริการในแต่ละหน่วย (μ_j) โดยที่จำนวนสูงสุดในการกลับเข้ารับบริการซ้ำกำหนดให้ซ้ำได้ ไม่เกิน 1 ครั้ง 2 ครั้ง และไม่จำกัดจำนวนครั้ง สัดส่วนของลูกค้าที่มีการป้อนกลับศึกษา 4 ระดับ คือ 20% 40% 60% และ 80% ตามลำดับ อัตราการให้บริการโดยเฉลี่ยของหน่วยให้บริการในแต่ละหน่วย คือ 5 และ 10

ซึ่งผลของการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ ในกรณีที่มีการกลับเข้ารับบริการซ้ำไม่เกิน 1 ครั้ง และไม่จำกัดจำนวนครั้ง พบว่านโยบายในการให้บริการทั้งสองนโยบายไม่มีผลทำให้เวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนแตกต่างกัน แต่สำหรับกรณีที่มีการกลับเข้ารับบริการซ้ำไม่เกิน 2 ครั้ง พบว่านโยบายในการให้บริการทั้งสองนโยบายทำให้เวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนแตกต่างกัน

ภาควิชาสถิติ.....
 สาขาวิชา.....สถิติ.....
 ปีการศึกษา.....2549.....

ลายมือชื่อนิสิต.....วาสนา จันทร์ไชย.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์.....

4782377926 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD : TWO SERVERS / FEEDBACK QUEUING SYSTEM / INDEPENDENT POISSON PROCESS / PRIORITY QUEUE / FIFO / PRIORITY

WASANA GUNCHOIY: A COMPARISON OF WAITING TIME BETWEEN TWO DIFFERENT QUEUE DISCIPLINES OF A FEEDBACK QUEUE WITH TWO SERVERS. THESIS ADVISOR: SEKSAN KIATSUPAIBUL, Ph.D, 70 pp.

This work is a study on a queuing system with two servers, where customers leaving one server may want to continue receiving a further service at the other server (feedback queue). This study compares the efficiency between two service policies: the first-in-first-out (FIFO) policy and the priority policy. The performance measure is defined as the average waiting time. The arrival process are assumed to be independent Poisson process with arrival rate equal to one, and the service times are assumed to be independent exponential random variable. Various situations are studied, varying by the maximum number of feedbacks per customer, the proportion of feedbacks, and the service rate for each server (μ_j). The maximum number of feedbacks per customer varies from 1 to 2 and unlimited. The proportion of feedbacks is tested at 20%, 40%, 60% to 80%. The service rate is tested at 5 and at 10.

The conclusions are as follows. In case the maximum numbers of feedback are 1 and unlimited, the average waiting times from both policies are not different. In case the maximum number of feedback is 2, the average waiting time from both policies are different.

DepartmentStatistics.....

Field of study Statistics.....

Academic year2006.....

Student's Signature.....Wasana Gunchoiy.....

Advisor's Signature.....Seksan Kiatsupaibul.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือ และเอาใจใส่อย่างดียิ่งของ อาจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูรณ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในวิทยานิพนธ์นี้ ท่านได้ช่วยแนะนำ และให้คำปรึกษาอันเป็นประโยชน์เกี่ยวกับวิทยานิพนธ์ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สุพล คุรงค์วัฒนา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระพร วีระถาวร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่าน ทั้งคุณแม่ ญาติพี่น้อง ครูบาอาจารย์ รวมทั้งเพื่อน ๆ ทุกคน โดยเฉพาะนางสาวศิริลักษณ์ ชัย โชนิษฐ์ ที่ได้ให้การสนับสนุน ส่งเสริม อีกทั้งคอยให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ทำให้เกิดพลัง และความมุ่งมั่นในการทำวิทยานิพนธ์นี้ จนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและสถิติที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย.....	6
2.1 ทฤษฎีแถวคอย.....	6
2.2 ความยาวนานของการจำลอง.....	12
2.3 การหาช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยประชากร ด้วยหลักการหาค่าเฉลี่ยแบบจับกลุ่ม.....	14
2.4 การทดสอบสมมติฐาน.....	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	20
3.1 แผนการทดลอง.....	20
3.2 ขั้นตอนในการวิจัย.....	21
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	33
4.1 ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง.....	33
4.2 ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง.....	43
4.3 ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้ง.....	51

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	59
5.1 ผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่ทำการศึกษา.....	59
5.2 ผลจากการเปรียบเทียบค่าเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคน.....	60
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	60
รายการอ้างอิง.....	61
บรรณานุกรม.....	62
ภาคผนวก.....	63
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	70

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้งและมีนโยบายการให้บริการแบบ FIFO ที่ได้จากทฤษฎี.....	33
4.2 แสดงเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้งและมีนโยบายการให้บริการแบบ Priority ที่ได้จากทฤษฎี.....	35
4.3 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 20 %.....	36
4.4 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 40 %.....	37
4.5 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 60 %.....	38
4.6 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 80 %.....	39
4.7 ตารางแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของทั้งสองนโยบายเมื่อลูกค้ามีการป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	42
4.8 ตารางแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของทั้งสองนโยบายเมื่อลูกค้ามีการป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	42
4.9 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 20 %.....	44

ตารางที่	หน้า
4.10 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 40 %.....	45
4.11 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 60 %.....	46
4.12 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 80 %.....	47
4.13 ตารางแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของทั้งสองนโยบายเมื่อลูกค้ามีการป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	50
4.14 ตารางแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของทั้งสองนโยบายเมื่อลูกค้ามีการป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	50
4.15 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัด ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 20 %.....	52
4.16 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัด ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 40 %.....	53
4.17 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัด ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 60 %.....	54
4.18 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัด ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 80 %.....	55
4.19 ตารางแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของทั้งสองนโยบายเมื่อลูกค้ามีการป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	58

ตารางที่	หน้า
4.20 ตารางแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของทั้งสองนโยบายเมื่อลูกค้ามีการป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้งที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	58

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แสดงโครงสร้างของระบบแถวคอยที่มีการวนซ้ำ เมื่อมีผู้ให้บริการ 2 หน่วย.....	2
2.1 โครงสร้างพื้นฐานของระบบแถวคอย.....	6
2.2 แสดงระบบแถวคอยที่มีแถวคอย 1 แถว และมีหน่วยให้บริการ 1 หน่วย.....	8
2.3 แสดงระบบแถวคอยที่มีแถวคอย C แถว และมีหน่วยให้บริการ C หน่วยแบบขนาน.....	8
2.4 แสดงระบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับเมื่อ นโยบายการให้บริการเป็นแบบ FIFO.....	10
2.5 แสดงระบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับเมื่อ นโยบายการให้บริการเป็นแบบ Semi-Priority.....	10
3.1 แสดงโครงสร้างของระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการ แบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง เมื่อมีหน่วยให้บริการ 2 หน่วย และมีนโยบายการให้บริการแบบ FIFO.....	21
3.2 แสดงโครงสร้างของระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการ แบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง เมื่อมีหน่วยให้บริการ 2 หน่วย และมีนโยบายการให้บริการแบบ Priority.....	22
3.3 แสดงอัตราการเข้ารับบริการเมื่อมีการป้อนกลับเพียง 1 ครั้ง ด้วยความน่าจะเป็น p	22
3.4 แสดงอัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าที่มาจาก 2 แหล่งที่อิสระต่อกัน เมื่อมีการป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้งด้วยความน่าจะเป็น p	23
3.5 แสดงโครงสร้างของระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการ แบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง เมื่อมีหน่วยให้บริการ 2 หน่วย และมีนโยบายการให้บริการแบบ FIFO.....	28
3.6 แสดงโครงสร้างของระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการ แบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง เมื่อมีหน่วยให้บริการ 2 หน่วย และมีนโยบายการให้บริการแบบ Priority.....	28
3.7 แสดงอัตราการเข้ารับบริการเมื่อมีการป้อนกลับเพียง 2 ครั้ง ด้วยความน่าจะเป็น p	29
3.8 แสดงอัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าที่มาจาก 2 แหล่งที่ไม่อิสระต่อกัน เมื่อมีการป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้งด้วยความน่าจะเป็น p	29

ภาพที่	หน้า
3.9 แสดงโครงสร้างของระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้งเมื่อมีหน่วยให้บริการ 2 หน่วย และมีนโยบายการให้บริการแบบ FIFO.....	30
3.10 แสดงโครงสร้างของระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้งเมื่อมีหน่วยให้บริการ 2 หน่วย และมีนโยบายการให้บริการแบบ Priority.....	31
3.11 แสดงอัตราการเข้ารับบริการเมื่อมีการป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้ง ด้วยความน่าจะเป็น p	31
3.12 แสดงอัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าที่มาจาก 2 แหล่งที่ไม่อิสระต่อกัน เมื่อมีการป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้งด้วยความน่าจะเป็น p	32
4.1 แสดงตัวแบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ด้วยโปรแกรม Simulation with Arena.....	35
4.2 แสดงตัวแบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ด้วยโปรแกรม Simulation with Arena.....	43
4.3 แสดงตัวแบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้ง ด้วยโปรแกรม Simulation with Arena.....	51